

Рис. 4. Работа одного насоса 1 и трех параллельных насосов 2

Как показали расследования поставок насосных агрегатов в Республике Беларусь, дефекты с самооткручиванием крепежного болта крыльчатки насоса были на водоканалах Гомеля, Солигорска, Витебска.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. При установленной мощности электродвигателей насосных агрегатов и наличии обратных клапанов на напорных трубопроводах возникновение гидроударов исключается, в том числе и многократных кратковременных обратных гидроударов.

2. Вибрация насосного агрегата Hidrostal (75 кВт), установленного вместо насосного агрегата РХ4–300.0–4 Channel (95 кВт) при различных режимах работы КНС (различная комбинация включения насосных агрегатов), оставалась неизменной и минимальной – 72–74 дБ по виброускорению.

3. Причиной повреждения насосного агрегата РХ4–300.0–4 Channel является только конструктивный недостаток данного насоса – самораскручивание болта крепления рабочего колеса во время работы.

4. Установлено, что специалисты КЖУП «Уником» не виноваты в повреждении насосного агрегата РХ4–300.0–4 Channel. Выявленные дефекты насосного агрегата являются виной изготовителя (производителя), продавца (поставщика) и данные повреждения являются гарантийным случаем.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ КОНТУРОВ С НЕПОЛНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ ИНДУКТИВНОГО ИЛИ ЕМКОСТНОГО ЭЛЕМЕНТА

Ф. В. Белокузов, К. С. Колесникович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Г. Бычкова

На практике широко применяются колебательные контуры с неполным включением реактивного элемента – с неполным включением индуктивности и с неполным включением емкости (рис. 1).

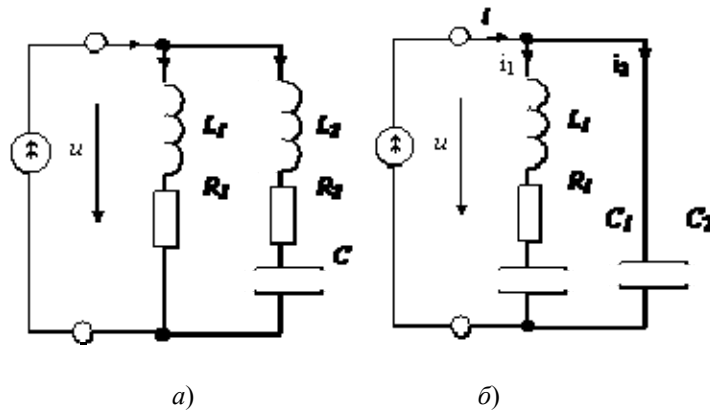


Рис. 1. Контурь с неполным включением
а – индуктивности; б – емкости

Для характеристики «неполноты» включения реактивного элемента используется коэффициент включения:

$$p_L = \frac{x_{L1}}{x_L} = \frac{\omega L_1}{\omega(L_1 + L_2)} = \frac{L_1}{L_1 + L_2};$$

$$p_C = \frac{x_{C1}}{x_C} = \frac{\frac{1}{\omega C_1}}{\frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}} = \frac{C_2}{C_1 + C_2}.$$

Коэффициент включения изменяется в пределах от нуля до единицы. В последнем случае рассматриваемый колебательный контур вырождается в параллельный основного вида. В связи с тем, что одна из ветвей параллельного колебательного контура с неполным включением реактивного элемента представляет собой последовательное включение конденсатора и индуктивной катушки, в контуре этого вида наряду с резонансом токов имеет место резонанс напряжений.

В параллельном колебательном контуре возникает резонанс токов при условии $b_L = b_C$: индуктивная проводимость равна емкостной. В момент резонанса токов входное сопротивление контура максимально и равно

$$Z_{\text{вх}} = Q\rho,$$

где $Q = \frac{b_L = b_C}{g}$; $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ – добротность и волновое сопротивление.

Следовательно, ток в неразветвленной части цепи будет минимальным.

Если параллельный контур питается от источника напряжения с малым внутренним сопротивлением (рис. 2), то он обладает избирательностью по току, но не обладает избирательностью по напряжению, что видно из графиков рис. 3.

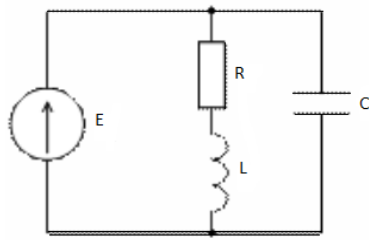


Рис. 2

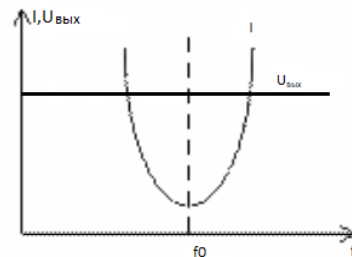


Рис. 3

При подключении параллельного колебательного контура к источнику тока напряжение, снимаемое с емкости, повторяет форму входного сопротивления: $U_{\text{вых}} = IZ_{\text{вх}}$, и мы имеем такой же полосовой фильтр, как и при резонансе напряжений (рис. 4).

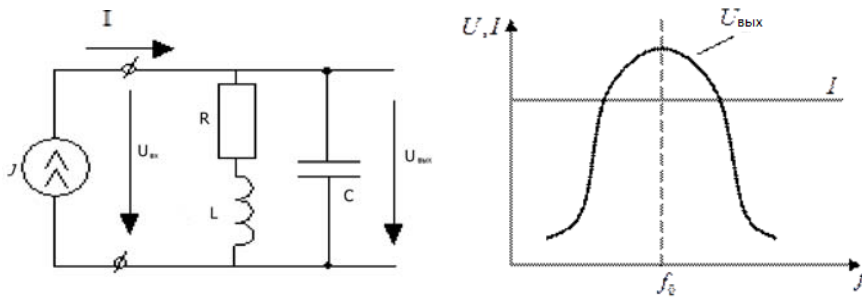


Рис. 4

Недостатком такого фильтра является большое входное сопротивление и, следовательно, необходимость высокого сопротивления источника тока, при этом сам ток источника оказывается небольшим. Для снижения входного сопротивления применяют контур с неполным включением индуктивности или емкости (рис. 1). При неполном включении резонансная частота сохраняет свое значение, а сопротивление контура уменьшается: $Z_{\text{вхн}} = Z_{\text{вх}} p_L^2$. Это, в свою очередь, позволяет снизить сопротивление источника тока.

Практическая часть. Цель работы: изучить входные и передаточные свойства параллельного колебательного контура с неполным включением индуктивного элемента. Схема эксперимента представлена на рис. 5.

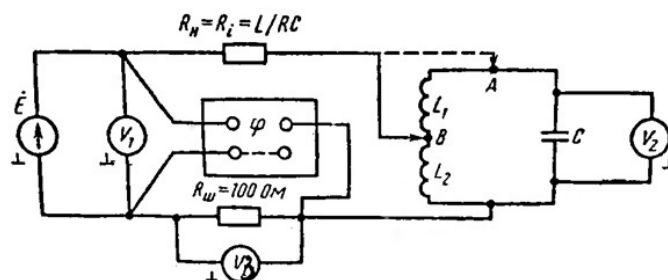


Рис. 5

Исходные данные:

$$R_{\text{ш}} = 100 \text{ Ом}; L_1 = 44,5 \text{ мГн}; L_2 = 41,3 \text{ мГн}; C = 102,5 \text{ нФ}; f_{\text{пр}} = 2,4 \text{ Гц}; U_1 = 2 \text{ В}.$$

Теоретический расчет. Комплексное входное сопротивление при полном включении:

$$Z = \frac{(2R + j\omega(L_1 + L_2))(-jX_c)}{2R + j\omega(L_1 + L_2) + (-jX_c)} =$$

$$= \frac{(100 + j11304(44,5 \cdot 10^{-3} + 41,3 \cdot 10^{-3})) \left(-j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}} \right)}{100 + j11304(44,5 \cdot 10^{-3} + 41,3 \cdot 10^{-3}) + \left(-j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}} \right)} = 7837,04.$$

Комплексное входное сопротивление при неполном включении:

$$Z = \frac{(R + j\omega L_1) \left(R + j\omega L_2 - j \frac{1}{\omega C} \right)}{2R + j\omega L_1 + j\omega L_2 - j \frac{1}{\omega C}} =$$

$$= \frac{(50 + j11304 \cdot 44,5 \cdot 10^{-3}) \left(50 + j11304 \cdot 41,3 \cdot 10^{-3} \cdot j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}} \right)}{100 + j11304 \cdot 44,5 \cdot 10^{-3} + j11304 \cdot 41,3 \cdot 10^{-3} - j \frac{1}{11304 \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}} = 3776,8.$$

Резонансная частота токов при полном и неполном включении:

$$\omega_{\text{пр}} = \frac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2)C}} = \frac{1}{\sqrt{(44,5 + 41,3)10^{-3} \cdot 102,5 \cdot 10^{-9}}} = 0,0107 \cdot 10^6 \text{ рад/с}.$$

Если при полном включении выбрать $L = L_1 + L_2$, то частота резонанса токов в обоих случаях остается одной и той же. Входное сопротивление контура при неполном включении снижается. Теоретический расчет подтверждается экспериментом.

Результаты эксперимента. На рис. 6 показана зависимость входного сопротивления контура при полном и неполном включении, на рис. 7 – напряжение, снимаемое с емкости.

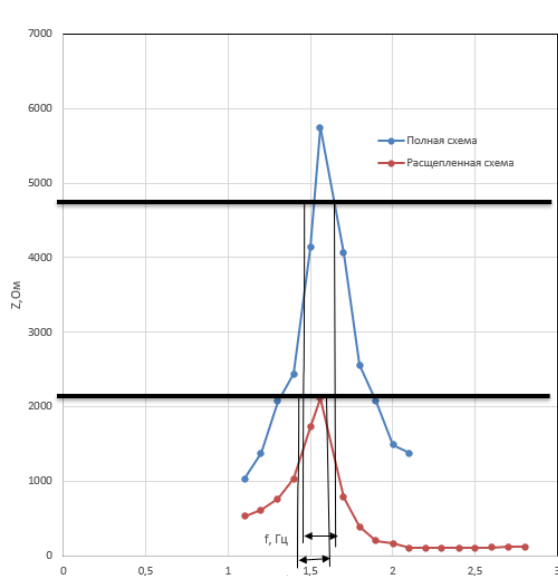


Рис. 6

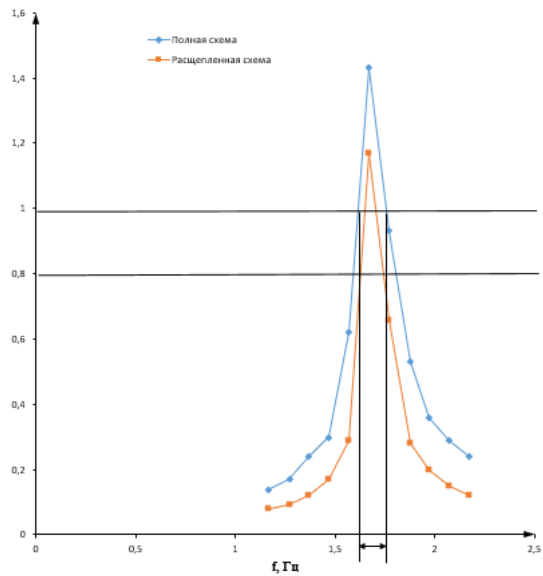


Рис. 7

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Резонанс в параллельном колебательном контуре основного вида наступает на той же частоте, что и резонанс в последовательном контуре, состоящем из таких же элементов.
2. Резонансная частота токов в параллельном резонансном контуре основного вида и с неполным включением сохраняется.
3. Входное сопротивление параллельного контура с неполным включением снижается по сравнению с контуром с полным включением. Это свойство широко применяется на практике для согласования контура и источника питания.
4. Результаты работы внедрены в учебный процесс.

Литература

1. Нейман, Л. Р. Теоретические основы электротехники / Л. Р. Нейман, К. С. Демирчян. – 5-е изд. – СПб., 2014. – Т. 1. – 416 с.
2. Добротворский, И. Н. Лабораторный практикум по основам теории цепей / И. Н. Добротворский. – М.: Высш. шк., 1986. – 190 с.

РЕЗЕРВНОЕ ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЕ КОТЕЛЬНЫХ РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО», РАБОТАЮЩИХ В ПИКОВОМ РЕЖИМЕ

О. Ю. Морозова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: А. В. Шаповалов, Н. З. Заглубоцкий

В работе проводится анализ обоснованности и перспективности планируемого перевода котельных филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго», функционирующих в пиковом и основном режимах выработки тепловой энергии, с резервного мазутного топливоснабжения на печное бытовое топливо (ПБТ) в качестве резервного либо аварийного источника топливоснабжения.